

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORLED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-70968

⑪ Int. Cl.⁴H 02 M 3/28
7/10

識別記号

庁内整理番号

6957-5H
6650-5H

⑬ 公開 昭和60年(1985)4月22日

審査請求 有 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 高圧発生装置

⑮ 特 願 昭58-177376

⑯ 出 願 昭58(1983)9月26日

⑰ 発 明 者 小 野 寺 利 浩 川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合
研究所内

⑱ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 代 理 人 弁理士 鈴 江 武 彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

高圧発生装置

2. 特許請求の範囲

1次巻線および分割巻きされた複数の2次巻線を備えたコアレス構造の変成器と、この変成器の上記一次巻線を介して直流電源に接続され一定の周期で且つ一定のパルス幅で開閉駆動されるスイッチ素子と、このスイッチ素子に逆並列に接続されたダンパー用ダイオードと、前記スイッチ素子または前記1次巻線に並列接続された電圧共振用コンデンサと、前記複数の2次巻線に接続されてその出力電流を同一極性方向に重畳して整流し負荷へ供給する整流回路とを具備したことを特徴とする高圧発生装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明はX線管等の負荷に高電圧大電力を供給するに好適な高圧発生装置に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

X線管は一般に100kV～400kVの高電圧で、且つ最大100kW以上の大電力で駆動される。このようなX線管等の高電圧大電力負荷を駆動する高圧発生装置は、従来一般に珪素鋼板等を磁芯(コア)とした変成器を用いて商用電源を昇圧している。然し乍ら、このような低い動作周波数で大電力変換を行うには極めて大型の変成器を必要とする。そこで最近では数百ヘルツ程度の高い周波数で電力変換を行わしめることにより、変成器の小型化と装置自身の電源容量の低減化を図ることが試みられているが、上述した大電力変換において1000A程度の大電流をスイッチングするに際して、そのスイッチング素子として高速GTOを用いたとしても動作周波数を1kHz程度にしかできなかった。この為、変成器の小型化にも限界があり、装置の大型化が否めなかった。つまり、このような大電力変換にあつては、スイッチ素子におけるスイッチ損失や、変成器の電力伝送効率等に起因

してその動作周波数を高くすることが困難であり、結局変成器の小型化を図ることが難しかった。そして、大型の変成器を用いるので、装置価格が相当高くなる等の不具合もあった。

〔発明の目的〕

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、変成器の小型化を図ると共にその動作周波数を高めて効率の良い高電圧大電力変換を行い得る実用性の高い高圧発生装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は直流電源に変成器の1次巻線を介してスイッチ素子を接続し、このスイッチ素子に逆並列にダンパー用ダイオードを接続すると共に、上記スイッチ素子或いは前記1次巻線に並列に電圧共振用コンデンサを接続して電圧共振型シングル・エンド・スイッチ回路を構成し、一方前記変成器の分割巻きされた複数の2次巻線に、各2次巻線の出力電流を同一極性方向に重畳して整流する整流回路を設けたものであり、

- 3 -

ものからなり、その両端間には前記変成器1の1次巻線2を介してサイリスタ等のスイッチ素子5が接続される。このスイッチ素子5は、例えば10 kHzの周期で、且つ一定のパルス幅で開閉制御される。しかしてこのスイッチ素子5の両端には電圧共振用コンデンサ6が接続されると共に、ダンパー用ダイオード7が逆並列に接続され、ここに上記1次巻線2を負荷とする電圧共振型シングル・エンド・スイッチ回路が構成されている。また前記変成器1の2次巻線3には、その巻き方向を図中・印で示すように上記2次巻線3の巻き方向を交互に異ならせて複数の整流用ダイオード8が所謂梯子状に接続されている。これらの整流用ダイオード8は、前記複数の2次巻線3の出力電流を同一極性方向に重畳し、且つこれを全波整流する整流回路を構成するもので、この整流回路に高電圧電力負荷であるX線管9が接続される。尚、図中10は上記X線管9へ電力を供給するケーブルに存在する静電容量成分である。

- 5 -

特に上記変成器をコアレス構造としたことを特徴とするものである。

〔発明の効果〕

かくして本発明によれば、上述した構成の電圧共振型シングル・エンド・スイッチ回路の作用により例えば1 kHz以上の高い動作周波数で電圧共振波形の弧を有効に利用して効率のよい大電力変換を行い得る。しかも変成器のコアレス構造化および上述した動作の高周波化によってその小型化を効果的に図ることができ、結局装置の小型化、高効率化を図り得る等の実用上多大なる利点・効果が奏せられる。

〔発明の実施例〕

以下、図面を参照して本発明の一実施例につき説明する。

第1図は実施例装置の概略構成を示すもので、第2図はその等価回路構成図である。変成器1は1次巻線2および分割巻きされた複数の2次巻線3を備えたコアレス構造のものからなる。直流電源4は例えば商用電源を整流平滑化した

- 4 -

しかして今、上記コアレス構造の、つまり磁芯(コア)を有さない変成器1を理想変成器11、励磁インダクタンス12、1次巻線2と2次巻線3との間に存在する洩れインダクタンス13とにより等価的に表わすものとする、その構成は第2図の如く示される。

次に上記の如く構成された装置の動作につき説明する。但し、ここではスイッチ素子5が一定の周期Tで、且つ一定のパルス幅 T_{on} で開閉(ON/OFF)動作し、回路状態が定常化しているものとする。またスイッチ素子5は導通時に抵抗値零、遮断時に抵抗値無限大となる理想スイッチとして働き、電圧共振条件は主として電圧共振用コンデンサ6と洩れインダクタンス10とによって定まるものとする。尚、上記洩れインダクタンス10は変成器1の2次巻線3を短絡したときの1次巻線2側から見込まれるインダクタンスとして定義される。

期間($0 \leq t < t_{on}$)においてスイッチ素子5が導通すると、そのときの等価回路は第3図

- 6 -

(a)の如く示され、変成器1の励磁インダクタンス1bは電源4の両端間に直接繋がる。またこのとき、負荷9は洩れインダクタンス1cを介して電源4の両端に繋がることになる。従って、この期間にスイッチ素子5に流れる電流 i_c は、上記励磁インダクタンス1bの値を L_p 、洩れインダクタンス1cの値を L_o 、電源4の電圧を E_{in} 、負荷9への出力平均電圧を E_{out} としたとき、次のようになる。

$$i_c(t) = \frac{E_{in}}{L_p} \times t + \frac{E_{in} - n \cdot E_{out}}{L_o} \times t$$

但し、 n は変成器1の巻数比である。つまり、この期間には第4図にその電流波形を示すように、スイッチ素子5に流れる電流 i_c は直線的に増大することになる。

しかるのち前記スイッチ素子5が閉じ、ダイオード7が導通する迄の期間($T_{on} \leq t \leq T - T_D$)には、その等価回路は第3図(b)に示す如くなり、励磁インダクタンス1bに流れていた電流および洩れインダクタンス1cに流れていた電流

-7-

りに期間($0 \leq t < T_{on}$)における供給電流に対応した電力 P_{in} 、つまり電源4から供給された電力と、期間($T - T_D < t < T$)において電源4に戻る電流で示される戻り電力 P_{ret} に関連していることが判る。従って、電源4から負荷9へ伝送した正味の電力 P_{out} は

$$P_{out} = P_{in} - P_{ret}$$

となる。ここで期間($T - T_D < t < T$)に電源4に戻る電流 i_L を、スイッチ素子5を介して逆方向に流れる電流 i_c であると看做すと、上記正味の伝送電力 P_{out} は次のように示すことができる。

$$\begin{aligned} P_{out} &= \frac{1}{T} \int_0^{T_{on}} \{ i_c(t) \times E_{in} \} dt \\ &= \frac{1}{2T} \left\{ \frac{E_{in}^2 (T_{on}^2 - T_D^2)}{L_p} \right. \\ &\quad \left. + \frac{n \cdot E_{out} (E_{in} - n \cdot E_{out})}{L_o} \cdot (T_{on} + T_D)^2 \right\} \end{aligned}$$

この式から明らかなように、伝送電力 P_{out} を大きくする為には、励磁インダクタンス1bの値

-9-

(慣性電流)がそれぞれコンデンサ6に流れ込み、同コンデンサ6を充電する。この結果、コンデンサ6の端子電圧、つまりスイッチ素子5の両端間電圧 v_c は第4図に示すように共振の弧を描いて上昇し、その共振条件で定まる時間で最大値に達したのち減少して再び零に戻る。そして、上記端子電圧 v_c が零に戻った時刻($t = T - T_D$)以後、上記共振作用によってコンデンサ6の端子電圧は第4図中破線で示すように負の値になろうとするが、このときダイオード7が順バイアスされて導通することから、期間($T - T_D < t < T$)においては上記端子電圧 v_c は零に保たれることになる。然し乍ら、この期間における等価回路は第3図(c)の如く示され、また励磁インダクタンス1bに流れていた慣性電流 i_L は第4図に示すように有限な値を持つことから、前記ダイオード7を介して前記電源4に戻ることになる。

ここで、本装置が負荷9に伝送し得る電力について検討してみると、第4図から明らかなよ

-8-

L_p および洩れインダクタンス1cの値 L_o をそれぞれ小さくすることが非常に重要となる。そして、これらのインダクタンスの値 L_p 、 L_o は、変成器1の巻線構造に大きく依存する。

しかして本装置では前述したようにコアレス構造の変成器1を使用したことによって、その形状の小型化を図ることのみならず、前記各インダクタンスの値 L_p 、 L_o もそれぞれ小さくすることができるので、ここに大電力伝送を効果的に行うことが可能となる。またこれに加えてコアレス構造の変成器1の採用により、変成器1自体の応答を良好なものとして、その広帯域化を図り、また高圧絶縁処理を容易化することができる等の効果が奏せられる。この結果、変成器1の所謂鉄損等に起因する問題がなくなり、スイッチング素子5のスイッチング動作周波数の高周波化にも大きく寄与することになる。

尚、本装置に対する実験回路として、本発明者らは、

$$L_o = 0.5 L_p$$

-10-

なる条件の、 $L_p = 20 \mu\text{H}$ 、 $40 \mu\text{H}$ 、 $80 \mu\text{H}$ 、 $160 \mu\text{H}$ とする変成器1を製作し、これらを用いて高圧発生装置をそれぞれ試作した。そして、これらの装置において、 $E_{in} = 500 \text{ V}$ 、 $E_{out} = 150 \text{ kV}$ 、 $n = 1/500$ 、 $T_{on}/T = 0.4$ 、 $T_D/T = 0.1$ なる条件下で動作周波数と供給電力 P_{out} との関係について調べたところ、第5図に示す如き関係が得られた。この第5図に示すデータは、例えば300 kWの伝送電力 P_{out} を得る場合、 $L_p = 160 \mu\text{H}$ とする変成器1を用いたときにはその動作周波数を0.96 kHz、 $L_p = 80 \mu\text{H}$ のときには1.82 kHz、 $L_p = 40 \mu\text{H}$ のときには3.56 kHz、 $20 \mu\text{H}$ のときには7.4 kHzにそれぞれ定めればよいことを示している。このことから明らかなように、励磁インダクタンス L_b の値 L_p を20～30 μH に設定可能な上述したコアレス構造の変成器1を用いてなる本装置によれば、100 kW級の大電力伝送を行う場合であっても、その動作周波数を例えば5 kHz以上と高くすることが可能なこと

-11-

となり、珪素鋼板では18000 Gauss程度であることから1桁以上の差が生じることになる。

以上のように本発明によれば、コアレス構造の変成器1を用いて装置を構成することにより、変成器1の小型化を図り得ることのみならず、動作周波数の高周波化を図って効果的な大電力伝送を可能とする等の実用上絶大なる効果が奏せられる。

尚、本発明は上記実施例に限定されるものではない。例えば動作周波数や変成器1のインダクタンス値、その巻線数比等は仕様に応じて定めればよいものである。また共振用コンデンサをスイッチ素子5に並列接続することに代えて変成器1の1次巻線に並列接続して、電圧共振回路を形成しても、同様に実施することができる。また負荷としてもX線管に特定されないことは云うまでもない。要するに本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

-13-

を意味している。換言すれば、動作周波数をkHzの高周波にして数百ワット級の大電力伝送を実現する為には、 $L_p = 20 \sim 30 \mu\text{H}$ とした変成器1を用いることが必要となり、本装置は上記変成器1をコアレス構造とすることによってその実現を可能ならしめている。

ちなみに、従来の珪素鋼板を磁芯とする変成器にあっては、該磁芯の比誘磁率が“1”以上であるから、これによって空芯コイルのインダクタンスに比して、そのインダクタンスが増大することになる、例えば直径60 mm ϕ のボビンに30ターンの巻線を形成し、上記ボビンを取り外しても、その空芯状態にあるコイルのインダクタンスは40 μH もある。従って、前記珪素鋼板を磁芯とした場合、同じコイルであってもそのインダクタンスは大きくなる。即ち、この例における磁束密度は

$$B = \frac{100 \times 10^{-6} \times 500}{(\pi \times 3^2) \times 30} \times 10^8 \\ = 1.768 \times 10^5 \text{ (ガウス)}$$

-12-

4. 図面の簡単な説明

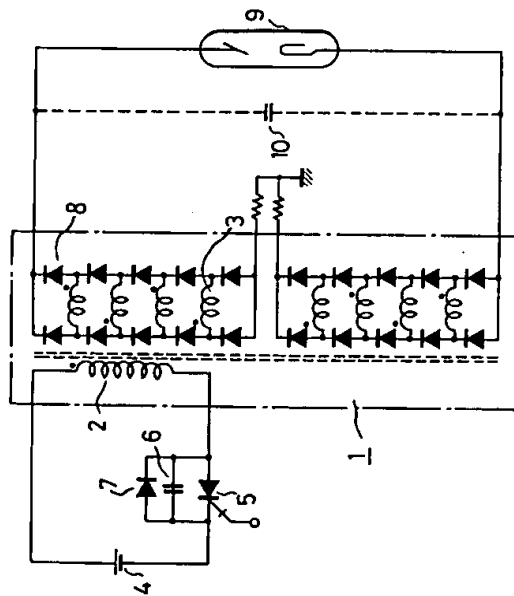
図は本発明の一実施例を示すもので、第1図は装置の概略構成図、第2図はその等価回路図、第3図(a)(b)(c)は動作状態に応じて示した等価回路図、第4図は動作波形を示す図、第5図は動作周波数と伝送電力との関係を示す図である。

1…変成器(コアレス構造)、 1_a …理想変成器、 1_b …励磁インダクタンス、 1_c …洩れインダクタンス、2…1次巻線、3…2次巻線、4…直流電源、5…スイッチ素子、6…共振用コンデンサ、7…ダンパー用ダイオード、8…整流用ダイオード、9…X線管。

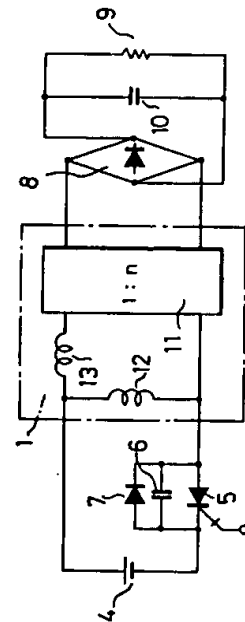
出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

-14-

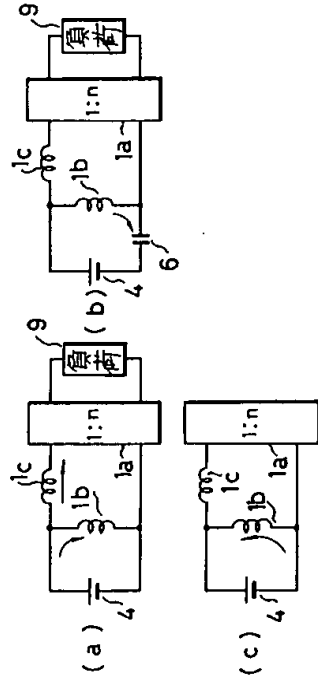
第 1 図



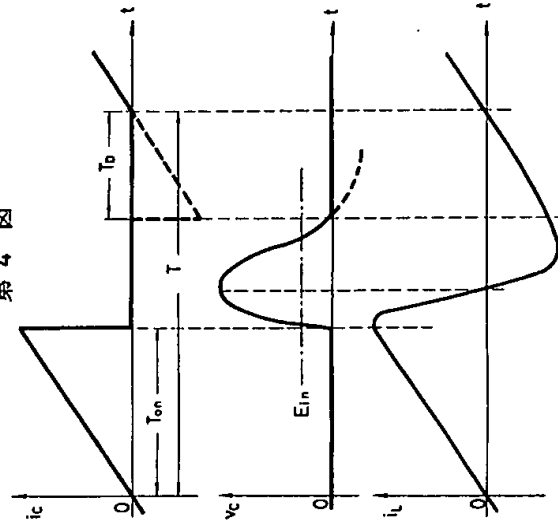
第 2 図



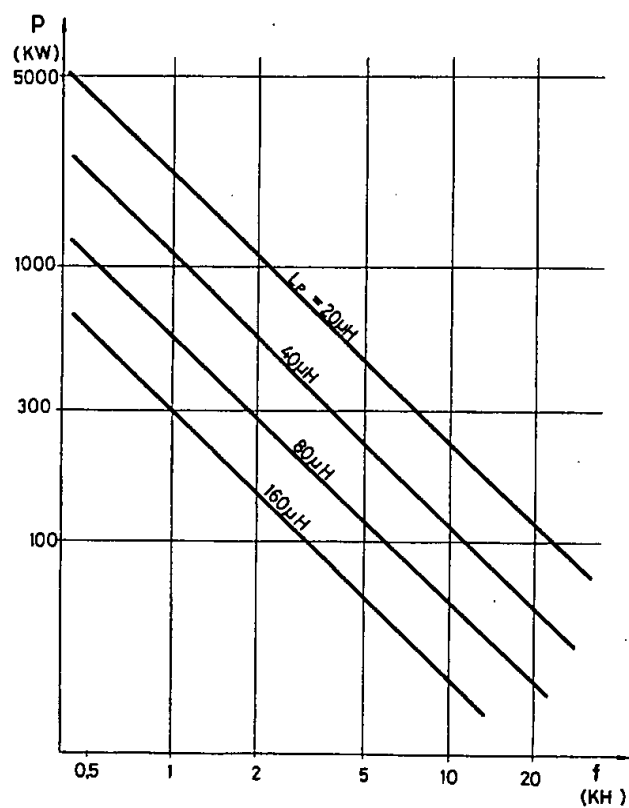
第 3 図



第 4 図



第 5 図



PAT-NO: JP360070968A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 60070968 A

TITLE: HIGH VOLTAGE GENERATOR

PUBN-DATE: April 22, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ONODERA, TOSHIHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP58177376

APPL-DATE: September 26, 1983

INT-CL (IPC): H02M003/28, H02M007/10

US-CL-CURRENT: 363/29

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce the size of a transformer and to increase the frequency of the operating frequency by constructing a high voltage generator with a transformer of coreless structure.

CONSTITUTION: A transformer 1 is formed of a coreless structure having the primary winding 2 and a plurality of split-wound secondary windings 3. A DC power source 4 is formed, for example, by rectifying and smoothing a commercial power source, and a switch 5 such as a thyristor is connected through the primary winding 2 of the transformer 1 between both ends. A voltage resonance capacitor 6 and a damper diode 7 are connected to both terminals of a switch 5. A plurality of rectifying diodes 8 are connected in a ladder-type with the secondary winding 3 of the transformer 1. These diodes 8 construct a rectifying circuit for superposing the output currents of secondary windings 3 in the same polarity, and for full-wave rectifying the currents. An X-ray tube 9 of high voltage power load is connected to the rectifying circuit.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio